

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-040289

(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(51)Int.Cl.

G06F 17/60

(21)Application number : 08-191765

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.07.1996

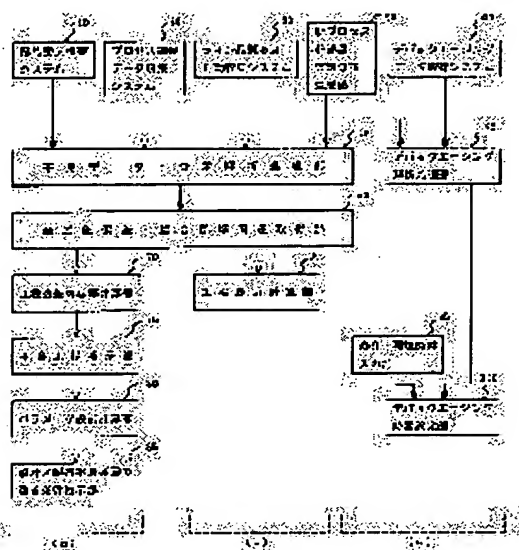
(72)Inventor : KOJIMA TOSAKU
NOMOTO TAZU
SATO SHIGERU
MATSUDA AKIHIRO

(54) PRODUCT QUALITY IMPROVEMENT SUPPORT SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: Let even an inexperienced operator easily know a process or a parameter causative of defect by comparing a standard deviation obtained from each intersection with the statistical evaluation amount of a general intersection, evaluating a correlation between the defect and the parameter and teaching the process and parameter causative of defect.

SOLUTION: A process tolerance contribution rate calculating part 70 calculates for example, a rate causative of dispersion on parts dimensions for each process, in view of the values of a worst value deviation, a total standard deviation, etc., in product specification which are obtained by a worst value deviation/total standard deviation acquisition part 60. Then, a defective process teaching part 75 teaches which process is concerned with the generation of defective cause. Then, a parameter design calculating part 80 calculates which is concerned with defect in the parameters concerning fabrication, and a design/ fabrication defective factor improvement condition teaching part 85 teaches a process and a parameter estimated to be concerned with the defective process. Thus, the product quality can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.06.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-40289

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 17/60

G 0 6 F 15/21

R

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平8-191765

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月22日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小島 東作

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 野本 多津

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 佐藤 茂

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

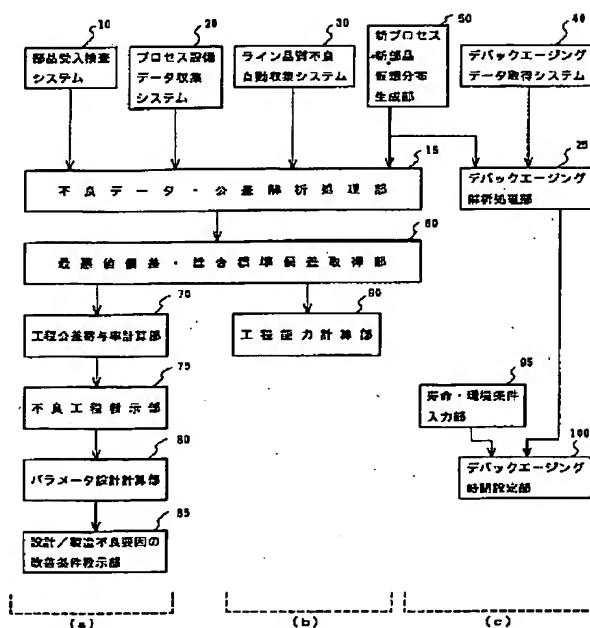
(54) 【発明の名称】 製品品質向上支援システム

(57) 【要約】

【課題】 検査に関して熟練しておらず、製品に関して詳しい知識を持たない者に短時間で、例えば、製品に新部品が含まれる部品であっても、どの工程が不良の要因となっているのか、どのパラメタが不良にどれくらい寄与しているのかを教えることにより、製品の品質を向上させる。

【解決手段】 計算機システムを用いて、製品とそれに関連する部品の統計データを処理する製品品質向上支援システムにおいて、製品に関連する部品のデータ入力手段と、最悪値偏差、総合標準偏差を求める手段と、前記各公差から求まる標準偏差と、一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を比較する工程寄与率計算部と、不良とパラメタの相関関係を評価するパラメタ設計計算部と、不良要因の改善条件教示部とを有する。そして、不良要因の改善条件教示部によって、不良の原因となる工程とパラメタを教示する。また、新部品は、計算機シミュレーションによる統計データを得る。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 計算機システムを用いて、製品とそれに関連する部品の統計データを処理して、その結果に基づいて製品品質の向上を図る製品品質向上支援システムにおいて、

このシステムは、
前記製品に関連する部品の不良データと公差を入力する手段と、
前記製品の製造工程で用いられる一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を求める手段と、

工程寄与率計算部と、
パラメタ設計計算部と、
不良要因の改善条件教示部とを有し、
前記工程寄与率計算部は、前記各公差から求まる標準偏差と、一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を比較して、

前記パラメタ設計計算部は、不良とパラメタの相関関係の評価して、
その結果より、不良要因の改善条件教示部によって、不良の原因となる工程とパラメタを教示することにより製品品質の向上を図る製品品質向上支援システム。

【請求項2】 前記一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量は、
各公差から求められる標準偏差の総和を取った最悪値偏差か、
または、各公差から求められる標準偏差の二乗の総和の正の平方根を取った総合偏差であることを特徴とする請求項1記載の製品品質向上支援システム。

【請求項3】 前記部品に関する統計データが、十分得られない部品においては、
前記部品に関する量の標準偏差を、
その部品に関する計算機シミュレーションによって得られた仮想分布により求めることができることを特徴とする請求項1および請求項2記載の製品品質向上支援システム。

【請求項4】 前記パラメタ設計計算部の不良とパラメタの相関関係の評価は、
直交表を用いて、不良数、または、不良率のパラメタ因子寄与率を比較することによりなされることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のいずれかの製品品質向上支援システム。

【請求項5】 計算機システムを用いて、製品とそれに関連する部品の統計データを処理して、その結果に基づいて製品品質の向上を図る製品品質向上支援システムにおいて、

このシステムは、
前記製品に関連する部品の不良データと公差を入力する手段と、
前記製品の製造工程で用いられる一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を求める手段と、

工程能力計算部とを有し、
前記工程能力計算部は、
評価の対象となる公差を、
一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を不良率から考えて一定の定数を乗じた数で割った工程能力指数を求めて、

これを一定の基準と比較して、
この製品の検査工程において、
前記工程能力指数が、この一定の基準よりも大きいときには、抜取検査を、
前記工程能力指数が、この一定の基準よりも大きくないときには、全数検査をおこなうことにより製品品質の向上を図る製品品質向上支援システム。

【請求項6】 前記一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量は、
各公差から求められる標準偏差の総和を取った最悪値偏差か、
または、各公差から求められる標準偏差の二乗の総和の正の平方根を取った総合偏差であることを特徴とする請求項5記載の製品品質向上支援システム。

【請求項7】 前記部品に関する統計データが、十分得られない部品においては、
前記部品に関する量の標準偏差を、
その部品に関する計算機シミュレーションによって得られた仮想分布により求めることができることを特徴とする請求項5および請求項6記載のいずれかの製品品質向上支援システム。

【請求項8】 計算機システムを用いて、製品とそれに関連する部品の統計データを処理して、その結果に基づいて製品品質の向上を図る製品品質向上支援システムにおいて、

このシステムは、
前記製品に関連する部品の不良データと公差を入力する手段と、
前記製品に関連する部品の故障率を求める手段と、
寿命、環境条件入力部と、
デバッグエージング時間設定部とを有し、
前記デバッグエージング時間設定部は、
製品の初期故障を取り除くためのデバッグエージング時間を、

前記寿命、環境条件入力部により、入力された製品または部品の寿命とその製品の動作環境と、
前記部品の故障率とを勘案して、
デバッグエージング時間を指摘することにより、製品のデバッグ作業を支援して製品品質の向上を図ることを特徴とする製品品質向上支援システム。

【請求項9】 前記部品に関する統計データが、十分得られない部品においては、
前記部品に関する故障率を、
その部品に関する計算機シミュレーションによって得ら

れた仮想分布により求めることができることを特徴とする請求項8記載の製品品質向上支援システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、製品品質向上支援システムに係り、部品ごとに公差が定められていて、それらを組み立てて、製品にする工程を有する製品であって、特に、工程や部品の数が多く、しかも、高信頼性を要求される製品を、能率的に品質を向上させるのに好適な製品品質向上支援システムに関する。

【0002】

【従来の技術】先ず、図21を用いて従来の一般的な手法による製品開発の手順を説明しよう。

【0003】図21は、従来の製品開発の手順を示すフローチャートである。

【0004】従来の方法では、製品設計(S211)では、製造(S215)に至るまでの間に、品質や信頼度を評価し(S212)、また、コストを比較しながら(S213)、なんども製品図の修正や製品の再設計をおこなっていてこのために多大の時間を要していた。

【0005】また、従来、製品の品質向上のためには、設計時にデザイン・レビューと称して、設計、製作、検査等の熟練者が経験に基づいて品質を判定して、要改良部を指摘する一般的な手法が知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術に示した製品開発での作業は、製品の品質向上を目指すためには、設計段階でおこなわなければならない必須の作業といえることができる。

【0007】しかしながら、上記従来技術は、検査するためにも熟練の技術者でなければならず、どの工程が悪いのか、製品の内でのどのようなパラメタが一番不良の要因となっているかを定量的に評価するのは難しく、そのために非常に時間がかかるという問題点があった。そして、製品に新部品が含まれている場合には、定量的なデータが得られておらず、統計的な分析をおこなうことも難しいという問題点があった。

【0008】また、検査をおこなうにあたっては、全数検査しなければならないか、抜取り検査をしなければならないか、明確な指標を得にくいという問題点があった。

【0009】さらに、品質向上のためにどれくらい工場デバッグをおこなわなければいけないかの明確な指標が得にくいという問題点があった。

【0010】本発明は、上記従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、検査に関して熟練しておらず、製品に関して詳しい知識を持たないものであっても、短時間で、例えば、製品に新部品が含まれる部品であっても、どの工程が不良の要因となっているのか、どのパラメタが不良にどれくらい寄与しているのか

を簡単に知ることのできる製品品質向上支援システムを提供することである。

【0011】また、他の目的は、検査をおこなうにあたって、全数検査しなければならないか、抜取り検査をしなければならないかの明確な指標を得ることのできる製品品質向上支援システムを提供することである。

【0012】さらに、他の目的は、例えば、製品に新部品が含まれる部品であっても、品質向上のためにどれくらい工場デバッグをおこなわなければいけないかの明確な指標を得ることのできる製品品質向上支援システムを提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の製品品質向上支援システムに係る発明の第一の構成は、計算機システムを用いて、製品とそれに関連する部品の統計データを処理して、その結果に基づいて製品品質の向上を図る製品品質向上支援システムにおいて、このシステムは、前記製品に関連する部品の不良データと公差を入力する手段と、前記製品の製造工程で用いられる一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を求める手段と、工程寄与率計算部と、パラメタ設計計算部と、不良要因の改善条件教示部とを有し、前記工程寄与率計算部は、前記各公差から求まる標準偏差と、一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を比較して、前記パラメタ設計計算部は、不良とパラメタの相関関係を評価して、その結果より、不良要因の改善条件教示部によって、不良の原因となる工程とパラメタを教示することにより製品品質の向上を図るようにしたものである。

【0014】より詳しくは、上記製品品質向上支援システムにおいて、前記一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量は、各公差から求められる標準偏差の総和を取った最悪値偏差か、または、各公差から求められる標準偏差の二乗の総和の正の平方根を取った総合偏差であるようにしたものである。

【0015】また詳しくは、上記製品品質向上支援システムにおいて、前記部品に関する統計データが、十分得られない部品においては、前記部品に関する量の標準偏差を、その部品に関する計算機シミュレーションによって得られた仮想分布により求めることができるようにしたものである。

【0016】さらに詳しくは、上記製品品質向上支援システムにおいて、前記パラメタ設計計算部の不良とパラメタの相関関係を評価は、直公表を用いて、不良数、または、不良率のパラメタ因子寄与率を比較することによりなされるようにしたものである。

【0017】上記目的を達成するために、本発明の製品品質向上支援システムに係る発明の第二の構成は、計算機システムを用いて、製品とそれに関連する部品の統計データを処理して、その結果に基づいて製品品質の向上

10

20

30

40

50

を図る製品品質向上支援システムにおいて、このシステムは、前記製品に関連する部品の不良データと公差を入力する手段と、前記製品の製造工程で用いられる一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を求める手段と、工程能力計算部とを有し、前記工程能力計算部は、評価の対象となる公差を、一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量を不良率から考えて一定の定数を乗じた数で割った工程能力指数を求めて、これを一定の基準と比較して、この製品の検査工程において、前記工程能力指数が、この一定の基準よりも大きいときには、抜取検査を、前記工程能力指数が、この一定の基準よりも大きくないときには、全数検査をおこなうことにより製品品質の向上を図るようにしたものである。

【0018】より詳しくは、上記製品品質向上支援システムにおいて、前記一つ以上の公差の全体を統計的に評価する量は、各公差から求められる標準偏差の総和を取った最悪値偏差か、または、各公差から求められる標準偏差の二乗の総和の正の平方根を取った総合偏差であるようにしたものである。

【0019】また詳しくは、上記製品品質向上支援システムにおいて、前記部品に関する統計データが、十分得られない部品においては、前記部品に関する量の標準偏差を、その部品に関する計算機シミュレーションによって得られた仮想分布により求めるようにしたものである。

【0020】上記目的を達成するために、本発明の製品品質向上支援システムに係る発明の第三の構成は、計算機システムを用いて、製品とそれに関連する部品の統計データを処理して、その結果に基づいて製品品質の向上を図る製品品質向上支援システムにおいて、このシステムは、前記製品に関連する部品の不良データと公差を入力する手段と、前記製品に関連する部品の故障率を求める手段と、寿命、環境条件入力部と、デバッグエージング時間設定部とを有し、前記デバッグエージング時間設定部は、製品の初期故障を取り除くためのデバッグエージング時間を、前記寿命、環境条件入力部により、入力された製品または部品の寿命とその製品の動作環境と、前記部品の故障率とを勘案して、デバッグエージング時間を指摘することにより、製品のデバッグ作業を支援して製品品質の向上を図るようにしたものである。

【0021】より詳しくは、上記製品品質向上支援システムにおいて、前記部品に関する統計データが、十分得られない部品においては、前記部品に関する故障率を、その部品に関する計算機シミュレーションによって得られた仮想分布により求めることができるようにしたものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る各実施形態を、図1ないし図20を用いて説明する。

【0023】〔本発明の製品品質向上支援システムの構

成〕まず、図1を用いて本発明に係る製品品質向上システムの機能からみた構成について説明する。図1は、本発明に係る製品品質向上システムの機能構成ブロック図である。

【0024】本発明に係る製品品質向上システムは、不良原因指摘システム、最適検査形態指摘システムおよびデバッグエージング時間取得システムの三つのサブシステムに分かれる。

【0025】不良原因指摘システムとは、部品の統計データを元にして、最悪値偏差、総合標準偏差（後述）を計算して、それを基にして設計や製造の不良原因と推定される工程やパラメタを指摘し、それによって製品の品質向上に資するシステムである。

【0026】最適検査形態指摘システムとは、公差と仮想分布とを比較して計算される工程能力指数を求め、これにより検査の形態として、その部品に関して全数検査にしなければならないか、抜取検査で良いかを指摘するシステムである。

【0027】また、デバッグエージング時間取得システムは、製品の故障率に基づいて、デバッグエージング（製品の品質向上のために、工場内で初期故障を取り除くこと）のための最適な時間を指摘するシステムである。

【0028】さて、上記のことを前提として、図1により各機能ごとに役割を説明する。

【0029】部品受入検査システム10は、メーカなどから受け入れた部品のデータを入力するシステムである。ここで入力された部品のデータは、次の不良データ・公差解析処理部15で分析され、加工される。

【0030】プロセス設備データ収集システム20は、製造工程におけるデータを収集する。また、プロセス設備データ収集システム20で収集されたデータも、次の不良データ・公差解析処理部15で分析され、加工されることは上記と同様である。

【0031】ライン品質不良自動収集システム30は、既に製造工程のライン上で求められている部品の不良に関するデータや公差を収集するシステムである。ここで収集されたデータも次の不良データ・公差解析処理部15で分析され、加工される。

【0032】デバック・エージングデータ収集システムでは、デバック・エージング時間を求めるための部品の故障率などの必要なデータを収集する。そして、ここで収集されたデータは、デバック・エージング解析処理部25に送られて、解析される。

【0033】さて、既存のプロセスによる製造や部品では、不良データや公差に関する統計データを用意することができるが、新プロセスや新部品では、そのような統計データを用意することができない。そのために、コンピュータシミュレーションの技法により統計的な処理をおこなうのが、新プロセス新部品・仮想分布生成部50

10

20

30

40

50

である。

【0034】最悪値偏差・総合標準偏差取得部60は、不良データ・公差解析処理部15で解析されたデータを基にして、製品仕様の最悪値や総合標準偏差を求める。

【0035】さて、一つ目に挙げたサブシステムである不良原因指摘システムは、図1の(a)の部分である。

【0036】工程公差寄与率計算部70では、最悪値偏差や総合標準偏差の値からみて、工程毎に、例えば部品寸法においてどれくらいばらつきの原因となっている割合を計算する。そして、不良工程教示部75では、どの工程が不良原因の発生にかかわっているのかを教示する。また、パラメータ設計計算部80では、製造に関するパラメータの内どれが不良に関係しているものであるかを計算する。そして、最後に、設計/製造不良要因の改善条件教示部で、不良工程と関係有ると推定された工程やパラメータを教示する。

【0037】次に、二つ目に挙げたサブシステムである最適検査形態指摘システムは、図1の(b)の部分である。

【0038】このシステムでは、部品に関する統計分布と製品の公差を比較する値である工程能力指数を求めることにより、製品の検査をするにあたり、製品の品質を評価して、全数検査が望ましいのか、抜取り検査で済ますことができるのかを指摘する。

【0039】次に、三つ目に挙げたサブシステムであるデバッグエージング時間取得システムは、図1の(c)の部分である。

【0040】これは、統計的に処理されたデータに関して、既知の部品と未知の部品の両者の故障率から、最適なデバッグエージング時間を指摘して、最小の時間で能率的に、デバッグによる品質向上を図ろうとするものである。

【0041】まず、図2を用いて本発明に係る製品品質向上システムのハードウェア・ソフトウェア構成について説明する。図2は、本発明に係る製品品質向上システムのハードウェア・ソフトウェア構成図である。

【0042】このシステムの処理は、コンピュータ本体200を中心としてなされる。

【0043】そして、このコンピュータ本体200に、表示装置204、印刷装置208、補助記憶装置207などの周辺装置が接続されるようなシステム構成になっている。

【0044】まず、周辺装置から説明すると、表示装置204は、システムの計算結果や統計データなどをユーザに表示する。そして、これらを見ながら、キーボード205やマウス206を用いて、指示を与えたり、データを入力することができる。

【0045】また、システムからの出力は、必要ならば、印刷装置208によって印刷することもできる。

【0046】補助記憶装置207は、システムで使われ

る様々なデータやプログラムが記憶される。特に、統計データの処理にリレーショナルデータベースシステム(以下、単に、「RDBシステム」ともいう)を用いるときには、そのデータベースのデータが記憶される。補助記憶装置207は、ハードディスクやフロッピディスクが用いられることが多く、ハードディスクを用いたときには、通常、コンピュータ本体のメモリ202よりも大容量のデータを記憶することができる。

【0047】次に、コンピュータ本体200は、大別して、CPU(Central Processing Unit、中央処理装置)201とメモリ202と入出力制御部203とで構成される。

【0048】CPU201は、メモリ202上にあるプログラムを実行したり、メモリ上にあるデータを読みだして、計算をおこなったり、入出力制御部203に司令を与える。

【0049】メモリ202は、プログラムが実行されるときに、補助記憶装置207からロードされたり、データを一時的に記憶する。図2では、実行されるソフトウェアの階層を模式的に示しており、アプリケーションプログラムである製品品質向上支援システムプログラムは、統計ライブラリやRDBアクセスプログラムやOS(Operating System)の機能を利用することを示している。

【0050】また、入出力制御部203は、CPU201の司令を受けて、周辺装置を制御する。

【0051】〔本発明の製品品質向上支援システムの動作〕次に、図3を参照しつつ各サブシステム毎にシステムとしての動作を説明する。図3は、製品品質向上支援システムの動作を示すフローチャートである。

【0052】(I) 不良原因指摘システム

以下、不良原因指摘システムの動作を、図4ないし図14を用いて具体例に基づいて説明していくことにしよう。本実施形態では、半導体集積回路などの電子部品に用いられるQFP(Quad Flat Package)を例に採ることにする。

【0053】図4は、QFPパッケージがはんだブリッジを起こしている場合の斜視図である。図5は、QFPパッケージのリードとそれを装着するランドの寸法を図示した上面図である。図6は、表面実装回路基板における不良の内訳を示す円グラフである。図7は、はんだブリッジの工程別分散寄与率を図示した棒グラフである。図8は、部品受入検査システム10で、部品の詳細データを入力している所を示す概念図である。図9は、プロセス設備データ収集システム20で、プロセス設備に関する詳細データを入力している所を示す概念図である。図10は、ライン品質不良自動収集システム30とデバッグエージングデータ収集システム40において、詳細データを入力している所を示す概念図である。図11

は、モンテカルロ法による正規乱数によって、生成され

た仮想分布を示す図である。図12は、新プロセス新品・仮想分布生成部50で、仮想分布を生成した結果したときの画面を表す図である。図13は、 L_{1s} （制御因子が8、実験回数が18）の直公表の例を示す図である。図14は、各パラメータ因子ごとに不良率、不良数が求められた結果である。

【0054】QFPは、上述の如く半導体の集積回路のパッケージなどに用いられる部品であるが、基板上にはんだ付けされる際に、図4によってリードの部分がはんだによってブリッジを形成するときがある。このようになると、当然、この電子回路は、正常な動作を期することはできない。特に、図6に示される通り、はんだブリッジは、表面実装回路基板の不良の頻度においては、一、二を争う不良である。

【0055】本サブシステムは、統計的なデータから分析して、このような不良の原因となる工程を見つけたものである。

【0056】最初に、本発明に用いられる種々の統計的なテクニックと概念について説明する。

【0057】先ず、本発明の中心的概念になる公差について説明しよう。

【0058】公差とは、加工の対象となるものを定量的に評価したときに、最大の値と最小の値の差である。し*

$$Range_i = (Ymax)_i - (Ymin)_i \quad \dots (式2)$$

上記の式において、 $(Ymax)_i$ は、ある要因の公差 T_i だけを問題とし、他の公差を、すべて0に固定したときの、部品寸法の最大値であり、 $(Ymin)_i$ は、同様の場合における部品寸法の最小値である。

【0065】ここで、以下の処理においては、1000個の内では3個の不良が出る時のことを基準として説明※30

$$\sigma_i = Range_i / 6$$

さて、次に、本発明の部品のばらつきを評価するために用いられる最悪値偏差、総合標準偏差という概念について説明しよう。

【0068】最悪値偏差 σ_{bad} は、本発明で製品を評価するときに、信頼性を特に要する部品に対して、厳しく★

$$\sigma_{bad} = \sum_{i=1}^n \sigma_i \quad \dots (式4)$$

【0070】すなわち、最悪値偏差 σ_{bad} は、各標準偏差 σ_i の和を取ったものである。

【0071】一方、総合標準偏差 σ_{total} は、それほど信頼性を要しない部品や製品の評価に用いられる量であ☆

$$\sigma_{total}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \quad \dots (式5)$$

$$\text{ただし、}\sigma_{total} \geq 0$$

【0073】すなわち、これは、各標準偏差の平方和 σ_i^2 の正の平方根を取ったものである。

*たがって、設計段階においては、以下の(式1)で評価することができる。

【0059】

【数1】

$$\text{公差} = \text{設計の上限値} - \text{設計の下限值} \quad \dots (式1)$$

この公差は、後に説明する仮想分布の生成や最適検査形態指摘システムに用いられる。

【0060】次に、本発明では、統計的について処理において、公差がどのようなばらつきをもって、部品寸法などの部品に関する定量的な値に寄与するかを評価する。

【0061】部品寸法は、図7に示されるように様々な要因がからみあって、最終的なあたいが定まるものである。したがって、各要因でのばらつきを評価したいとき、他の要因では、まったくばらつきが出ないものと仮定して計算する。

【0062】例えば、ある要因に関する公差 T_i が部品の寸法に対してどれだけ寄与しているかを求めるとする。

【0063】部品のばらつき幅を $Range_i$ とすると、これは以下の(式2)であらわされる。

【0064】

【数2】

※する。

【0066】上のような仮定を設けるために、その後の統計処理のためには、標準偏差 σ_i は、以下の(式3)のように置くのが都合がよい。

【0067】

【数3】

$$\dots (式3)$$

★評価するための統計量であり、以下の(式4)で定義される量である。

【0069】

【数4】

40☆り、以下の(式5)で表される。

【0072】

【数5】

【0074】また、この両者の間には、以下の(式6)の関係がある。

【0075】

【数6】 $\sigma_{total} \leq \sigma_{bad} \dots$ (式6)

さて、この最悪値偏差 σ_{bad} と、総合標準偏差 σ_{total} を用いて、全体の寸法おける公差 T_i の寄与率 γ_i は、以下*

$$\gamma_i^2 = \frac{\sigma_i^2}{\sigma^2} \dots \text{(式7)}$$

ただし、 $\sigma = \sigma_{bad} \text{ or } \sigma_{total}$

【0077】さて、それでは、図3を参照しつつ上記の統計的な概念を考慮しながら、このサブシステムの動作について説明する。

【0078】先ず、計算規格値、基本設計単位などのシステムデータが読み込まれる、入力される(S00)。

【0079】次に、解析対象となる部品を確定する(S01)。

【0080】解析対象となる部品は、既知の統計的なデータが得られる部品がある。また、一方では、そうではなく統計的なデータはなく、設計上の公差は定められているものの統計的なデータが得られていない部品がある。

【0081】前者の場合に該当する実測値データを入力するシステムとして、図1に示される部品受入検査システム10とプロセス設備データ収集システム20とライン品質不良自動収集システム30がある。

【0082】部品受入検査システム10は、部品の取扱い業者などから、公差とその部品の実測値データを手に入れ、そのデータをシステムに入力する。この例では、図9に示すように部品として、QFPと基板のデータが入力される。

【0083】プロセス設備データ収集システム20は、プロセスに関するデータも品質の善し悪しを左右する重要なファクターなので、それが分かっている場合には、図10に示されるような具体的なデータを入力する。

【0084】ライン品質不良自動収集システム30は、工場内で既に取扱った部品に関するデータを、図11に示されるようにRDBアクセスプログラムを用いて入力するシステムである。

【0085】一方、新部品などでは、既存の統計データがあるわけではないので、コンピュータシュミレーション手法であるモンテカルロ法などにより、仮想分布を生*

*の(式7)で表される。

【0076】

【数7】

10※成して統計的な処理をする。

【0086】例えば、モンテカルロ法により正規乱数を発生させると度数の成す分布は、図11に示されるような正規分布となる。この例では、500万回乱数を発生させている。このときに、平均値と標準偏差 σ_i は、シュミレーション前に予め仮定する。このシュミレーションによって、図11に示される寸法ごとの度数と、上限値と下限値、より正しい標準偏差 σ_{si} を得ることができる。そして、本システムでは、この結果は、表示装置204に、図12に示されるようにグラフとして表示することができる。

【0087】なお、この分布は、正規分布に限るものではなく、例えば、初期試作のときには、二項分布、量産前の分布では、ポアソン分布という様に場合に応じて、適切な分布を選択して仮想分布を生成すれば良い。

【0088】以上の様に、実測値データが入力され(S02)、統計処理がなされることになる(S03)。

【0089】このようにして、既知の統計データを処理して、出てくる標準偏差を、 $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ とする(S04)。また、仮想分布を生成する(S06)こと

30 によって得られる標準偏差を、 $\sigma_{s1}, \sigma_{s2}, \dots, \sigma_{sm}$ とする(S05)。そして、これらの標準偏差は、システムに登録されることになる(S07)。

【0090】次に、品質を評価する対象の信頼性によって、最悪値偏差 σ_{bad} 、総合標準偏差 σ_{total} を用いるか定める(S08)。

【0091】既に述べたように、製品に高い信頼性を要求する場合には、最悪値偏差 σ_{bad} が用いられる(S09)。最悪値偏差 σ_{bad} は、以下の(式8)であらわさることになる。

【0092】

【数8】

$$\sigma_{bad} = \sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n + \sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \dots + \sigma_{sm} \dots \text{(式8)}$$

一方、製品にそれほど高い信頼性を要求されない場合に ★ となる。

は、総合標準偏差 σ_{total} が用いられる(S10)。総

合標準偏差 σ_{total} は、以下の(式9)であらわさる ★ 【数9】

$$\sigma_{total}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2 + \sigma_{s1}^2 + \dots + \sigma_{sm}^2$$

… (式9)

【0094】さて、本サブシステムでは、次に、各工程 50 の標準偏差を基にして、どの工程が不良要因になってい

るかを求める(S12)。それには、以下の工程別分散寄与率 γ_i により求めることができる。ここで、工程別分散寄与率 γ_i は、以下の(式10)で求めることがで

$$\gamma_i^2 = \sigma_i^2 / \sigma^2, \text{ or, } \gamma_{Si}^2 = \sigma_{Si}^2 / \sigma^2 \quad \dots (\text{式10})$$

ただし、 $\sigma = \sigma_{bad}, \text{ or, } \sigma_{total}$

$\gamma_i \geq 0, \gamma_{Si} \geq 0$

このようにして求められた γ_i, γ_{Si} によって、どの工程が不良の要因になっている可能性が高いかを指摘することができる(S13)。すなわち、 γ_i, γ_{Si} が大きいほどその標準偏差 σ_i, σ_{Si} の原因となる工程が不良の原因である可能性が高いわけである。例えば、以下の表1に示されるように、リードピッチに対する工程別分散寄与率が大きいとすると、リードの製造工程を見直さなければならないと結論される。

【0096】

【表1】

表 1

種別	項 目	公 差
部品	QFPリードピッチ	0.05
	QFPリード幅	0.02
基板	ランドピッチ	0.03
	ランド幅	0.03
装置	印刷合わせ公差	0.05 (予測)
	搭載精度	0.02
絶縁	最小絶縁(沿面)距離	0.1 (仮定)

【0097】次に、より詳細に製造不良の原因を突き止めるには(S14)、実験計画法で用いられる図13に示される直公表を用いておこなうことができる。

【0098】ここでは、自動はんだづけ不良に関する場合を考える。そして、パラメタ(制御因子)の数は、8であり、その一つのパラメタは、3水準であり、18回の実験をするものとする。この場合には、図13に示される直公表L₁₈により実験して、図14に示される結果を得ることができる。パラメタは、図14に示される通り、フラックス種類、フラックス密度、コンベア速度、はんだ余熱、フラックス流動+はんだ浪立て高さ、はんだ温度、フラックス粘度、はんだの流速とする。この例では、グラフより読み取って、フラックスの種類はa₁で、コンベア速度はC₁で、…というように不良の要因となるパラメタの値を具体的に分析することができる。

【0099】このような結果は設計/製造不良要因の改善条件として、図2に示した表示装置204に表示したり、印刷装置208にプリントすることによりユーザに教示することができる(S15)。

【0100】(II) 最適検査形態指摘システム

次に、最適検査形態指摘システムの動作を、図15およ

*きる。

【0095】

【数10】

び図16を用いて具体例に基づいて説明していくことにしよう。図15は、QFPに関する統計分析をした結果の表示例を示す図である。図16は、各分布ごとに工程能力指数と対比して示したグラフである。

【0101】図1および図3から分かる通り、部品の統計データを入力して、処理したり(S00~S03)、新部品のときは、仮想分布を生成するのは、上記の不良原因指摘システムと同様である(S06)。

【0102】また、その後に最悪値偏差、総合標準偏差に関する処理をする部分も(S09, S10)、上記の不良原因指摘システムと同様である。

【0103】まず、本サブシステムで重要な概念である工程能力指数について説明する。

【0104】工程能力指数C_pは、以下の(式11)で表される。

20 【0105】

【数11】C_p=公差/6σ …(式11)

ただし、 $\sigma = \sigma_{bad}, \text{ or, } \sigma_{total}$

この工程能力指数C_pは、実際の分布に対して、公差がどれくらいの広がりを持っているかを示す量である。すなわち、公差が大きいときは、その量に関する部品で不良をおこすことは、稀である。反対に、公差が小さいときは、不良を起こしやすい。したがって、本サブシステムでは、この工程能力指数C_pを評価することにより、不良の起りやすさに応じて、検査の形態を全数検査でやらねばならないか、抜取検査でやらなければならないかを示すものである。

【0106】本例では、不良の起る割合を1000個の内3個以内にしなければならんと仮定する。そうすると、統計学上の定理によって、(式9)で表されるC_pは、8σ/6σ≒1.33と比較すれば良いことが知られている。

【0107】したがって、本サブシステムでは、(式9)の工程能力指数C_pを計算して(S20)、不良率により定まる定数1.33と比較して、C_pの方が小さければ、全数検査をしなければならず(S23)、C_pの方が大きければ、抜取検査で済ませることができる(S22)ことをユーザに教示する。

【0108】統計的に処理をされた後は、図15に示すように分布のグラフと共に各データがシステムの表示装置上に表示されることになる。この例では、リード幅の公差と分布を比較していることを示している。なお、この分布は、確率論上では、統計の母数が多いほどならかな正規曲線に近づくことが知られている。

【0109】ここで、分布と工程能力指数の関係を示すと、図16のようになる。分布の幅(曲線がx軸と交わ

るかを求める(S12)。それには、以下の工程別分散寄与率 γ_i により求めることができる。ここで、工程別分散寄与率 γ_i は、以下の(式10)で求めることがで

$$\gamma_i^2 = \sigma_i^2 / \sigma^2, \quad 0 \leq \gamma_i, \quad \gamma_{Si}^2 = \sigma_{Si}^2 / \sigma^2 \quad \dots (式10)$$

ただし、 $\sigma = \sigma_{bad}, \quad 0 \leq \sigma, \quad \sigma_{total}$

$\gamma_i \geq 0, \quad \gamma_{Si} \geq 0$

このようにして求められた γ_i, γ_{Si} によって、どの工程が不良の要因になっている可能性が高いかを指摘することができる(S13)。すなわち、 γ_i, γ_{Si} が大きいほどその標準偏差 σ_i, σ_{Si} の原因となる工程が不良の原因である可能性が高いわけである。例えば、以下の表1に示されるように、リードピッチに対する工程別分散寄与率が大きいとすると、リードの製造工程を見直さなければならないと結論される。

【0096】

【表1】

表 1

種別	項 目	公 差
部品	QFPリードピッチ	0.05
	QFPリード幅	0.02
基板	ランドピッチ	0.03
	ランド幅	0.03
装置	印刷合わせ公差	0.05 (予測)
	搭載精度	0.02
絶縁	最小絶縁(沿面)距離	0.1 (仮定)

【0097】次に、より詳細に製造不良の原因を突き止めるには(S14)、実験計画法で用いられる図13に示される直公表を用いておこなうことができる。

【0098】ここでは、自動はんだづけ不良に関する場合を考える。そして、パラメタ(制御因子)の数は、8であり、その一つのパラメタは、3水準であり、18回の実験をするものとする。この場合には、図13に示される直公表L₁₈により実験して、図14に示される結果を得ることができる。パラメタは、図14に示される通り、フラックス種類、フラックス密度、コンベア速度、はんだ余熱、フラックス流動+はんだ浪立て高さ、はんだ温度、フラックス粘度、はんだの流速とする。この例では、グラフより読み取って、フラックスの種類はa₂で、コンベア速度はC₁で、...というように不良の要因となるパラメタの値を具体的に分析することができる。

【0099】このような結果は設計/製造不良要因の改善条件として、図2に示した表示装置204に表示したり、印刷装置208にプリントすることによりユーザに教示することができる(S15)。

【0100】(II) 最適検査形態指摘システム

次に、最適検査形態指摘システムの動作を、図15およ

*きる。

【0095】

【数10】

び図16を用いて具体例に基づいて説明していくことにしよう。図15は、QFPに関する統計分析をした結果の表示例を示す図である。図16は、各分布ごとに工程能力指数と対比して示したグラフである。

【0101】図1および図3から分かる通り、部品の統計データを入力して、処理したり(S00~S03)、新部品のときは、仮想分布を生成するのは、上記の不良原因指摘システムと同様である(S06)。

【0102】また、その後以最悪値偏差、総合標準偏差に関する処理をする部分も(S09, S10)、上記の不良原因指摘システムと同様である。

【0103】先ず、本サブシステムで重要な概念である工程能力指数について説明する。

【0104】工程能力指数C_pは、以下の(式11)で表される。

20 【0105】

【数11】C_p=公差/6σ …(式11)

ただし、 $\sigma = \sigma_{bad}, \quad 0 \leq \sigma, \quad \sigma_{total}$

この工程能力指数C_pは、実際の分布に対して、公差がどれくらいの広がりを持っているかを示す量である。すなわち、公差が大きときは、その量に関する部品で不良をおこすことは、稀である。反対に、公差が小さいときは、不良を起こしやすい。したがって、本サブシステムでは、この工程能力指数C_pを評価することにより、不良の起りやすさに応じて、検査の形態を全数検査でやらねばならないか、抜取検査でやらなければならないかを示すものである。

【0106】本例では、不良の起る割合を1000個の内3個以内にしなければならんと仮定する。そうすると、統計学上の定理によって、(式9)で表されるC_pは、8σ/6σ≒1.33と比較すれば良いことが知られている。

【0107】したがって、本サブシステムでは、(式9)の工程能力指数C_pを計算して(S20)、不良率により定まる定数1.33と比較して、C_pの方が小さければ、全数検査をしなければならず(S23)、C_pの方が大きければ、抜取検査で済ますことができる(S22)ことをユーザに教示する。

【0108】統計的に処理をされた後は、図15に示すように分布のグラフと共に各データがシステムの表示装置上に表示されることになる。この例では、リード幅の公差と分布を比較していることを示している。なお、この分布は、確率論上では、統計の母数が多いほどならかな正規曲線に近づくことが知られている。

【0109】ここで、分布と工程能力指数の関係を示すと、図16のようになる。分布の幅(曲線がx軸と交わ

る部分の距離)は、公差の間に収まるはずなので、

(c)の斜線のはみだし部分があるときには、工程能力が不十分であり、工程そのものを見直さなければならないことを示している。(b)のグラフは、ちょうど $C_p = 1.33$ であり、全数検査をするか抜取り検査で良いかの境界値である。これよりも公差が大きいときは、 C_p が大きくなり、抜取り検査で良く、逆に、公差が小さいときは、全数検査にしなければならない。

【0110】これを表にまとめると以下の表2に示すごとくである。

【0111】

【表2】

表 2

C_p の値	判 定
$C_p > 1.33$	抜取検査が可能
$1.3 \geq C_p > 1$	全数検査が必要
$1 > C_p$	工程能力が不十分

【0112】(III) デバッグエージング時間取得システム

次に、デバッグエージング時間取得システムの動作を、図17ないし図20を用いて具体例に基づいて説明していくことにしよう。まず、このシステムを理解するために、図17を用いて一般的な時間と故障率との関係を説明しよう。図17は、バスタブ曲線を示す図である。

【0113】一般的に、製品や部品の故障率は、図17に示されるような曲線(いわゆるバスタブ曲線)を描くことが知られている。まず、製品を使いはじめたときには、品質が安定せずに、故障多くなる。この使いはじめのときに、発生する故障が初期故障であり、この故障が起る期間を初期故障期間という。その後は、品質が安定してきて、比較的故障がおこることがすくなくなる。このときに、起る故障は、偶発的なものであるという意味から偶発故障といい、この期間を偶発故障期間という。その期間が過ぎると、製品、部品の劣化が始まる。この製品寿命の最終段階の期間におこる故障を、摩耗故障といい、この期間を摩耗故障期間という。

【0114】さて、工場内で製品や部品を製造したときには、検査によって初期故障を起すものはできるだけ、取り除きたい。そのためにおこなうのが、デバッグであって、そのための品質向上のために必要な製品使用期間が、デバッグエージング時間である。

【0115】デバッグエージング時間は、製品品質を向上させるという観点からすると、長い方が良いが、あまりこの時間を長くするのは、効率的でなく、コスト的にもひきあわない。したがって、デバッグエージング時間は、製品品質向上とコストのバランスから最適の時間としてとられることが望ましい。このための最適の時間を

設定するのが本サブシステムである。

【0116】次に、このサブシステムを理解するために分布と不良の関係をリード幅を例に採って、図18により説明しよう。図18は、リード幅の分布を示した図である。

【0117】リード幅の平均値を0.2mmとして、実際のリード幅の分布が図15のようになったとする。このときには、中央から離れた端の部分 -3σ 、 3σ が不良品であって、はんだブリッジをおこすと考える。すなわち、実際の部品寸法の分布は、大体、規格値を中央として山型のカーブを描くことになるが、端にある寸法の分布は、規格から大きく離れた不良品である。

【0118】次に、上の考え方をういて、仮想分布生成による不良率の求め方を、図19により説明する。図19は、モンテカルロ法による正規乱数により生成された仮想分布を示す図である。

【0119】既に述べたようにモンテカルロ法によって、未知のデータが得られない新部品の分布を得るのが本発明の特徴の一つであった。例えば、試行回数 $n=50000$ 回で、図19のような分布が得られたとする。ここで、図中の σs_i は、仮想分布を発生させて、統計的处理をして得られるこの部品寸法に関する分布の標準偏差である。図のように平均値から、 $\pm 3\sigma$ よりも離れた所(斜線の部分)の寸法を持つ部品が、不良であると仮定する。

【0120】ここで、この斜線の部品の総数を N 、試行回数を n とすると、不良率 q_1 は、以下の(式12)で表されることになる。

【0121】

30 【数12】 $q_1 = N/n \quad \dots (式12)$

次に、図20の順を追って、本サブシステムの動作を説明する。図20は、デバッグエージング時間取得システムの処理手順を示すフローチャート図である。

【0122】上記のような考え方で、データが未知の部品に対しては、仮想分布を生成して、不良率を計算する(S201~S206)。最初に部品の設計値、設計上限値、設計下限値を入力するのは、仮想分布生成のために必要だからである。図の説明では、ボックス・ミュラー方法により正規乱数を生成する例を示している。

40 【0123】既存のデータが分かっている部品からは、その故障率を入力し(S01~S03)、既存のデータが分からない新部品などは、部品の公差を基にした仮想分布を生成して(S06)、故障率を計算する(S30)。これは、上記の二つのサブシステムと同様である。

【0124】ここで、既知のデータから求められた故障率を λ_1 (S207)、新部品などで仮想分布により、(式10)によって求められた故障率を λ_2 (S208)とすると、総故障率 λ は、以下の(式13)により求められる。

【0125】

* * 【数13】

$$\lambda_o = \sum_{i=1}^n a_i \lambda_i + \sum_{j=1}^m a_j \lambda_j$$

… (式13)

【0126】ここで、 a_i 、 a_j は、その部品の員数である。

【0127】そして、必要なときには、寿命や環境が入力される(S31)。

※【0128】最後に、デバッグエージング時間 t_d は、以下の(式14)で求めることになる(S32)。

【0129】

※ 【数14】

$$t_d = 251n(\beta N / 25\lambda_o) \quad (Hr) \quad \dots (式14)$$

ただし、 β は、初期組立品における初期欠陥率(S209)

N は、全部品数

ln は、自然対数

システムは、上の得た結果を、表示装置204などにより、ユーザに教示し、ユーザは、その値を参考にして製品のデバッグエージング時間を定めることになる。

【0130】

【発明の効果】本発明によれば、検査に関して熟練しておらず、製品に関して詳しい知識を持たないものであっても、短時間で、例えば、製品に新部品が含まれる部品であっても、どの工程が不良の要因となっているのか、どのパラメタが不良にどれくらい寄与しているのかを簡単に知ることのできる製品品質向上支援システムを提供することができる。

【0131】また、本発明によれば、検査をおこなうにあたって、全数検査しなければならないか、抜き取り検査をしなければならないかの明確な指標を得ることのできる製品品質向上支援システムを提供することができる。

【0132】さらに、本発明によれば、例えば、製品に新部品が含まれる部品であっても、品質向上のためにどれくらい工場でデバッグをおこなわなければいけないかの明確な指標を得ることのできる製品品質向上支援システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る製品品質向上システムの機能構成ブロック図である。

【図2】本発明に係る製品品質向上システムのハードウェア・ソフトウェア構成図である。

【図3】製品品質向上支援システムの動作を示すフローチャートである。

【図4】QFPパッケージがはんだブリッジを起している場合の斜視図である。

【図5】QFPパッケージのリードとそれを装着するランドの寸法を図示した上面図である。

【図6】表面実装回路基板における不良の内訳を示す円グラフである。

【図7】はんだブリッジの工程別分散寄与率を図示した

棒グラフである。

【図8】部品受入検査システム10で、部品の詳細データを入力している所を示す概念図である。

【図9】プロセス設備データ収集システム20で、プロセス設備に関する詳細データを入力している所を示す概念図である。

【図10】ライン品質不良自動収集システム30とデバッグエージングデータ収集システム40において、詳細データを入力している所を示す概念図である。

【図11】モンテカルロ法による正規乱数によって、生成された仮想分布を示す図である。

【図12】新プロセス新部品・仮想分布生成部50で、仮想分布を生成した結果したときの画面を表す図である。

【図13】 L_1 (制御因子が8、実験回数が18)の直公表の例を示す図である。

【図14】各パラメータ因子ごとに不良率、不良数が求められた結果である。

【図15】QFPに関する統計分析をした結果の表示例を示す図である。

【図16】各分布ごとに工程能力指数と対比して示したグラフである。

【図17】バスタブ曲線を示す図である。

【図18】リード幅の分布を示した図である。

【図19】モンテカルロ法による正規乱数により生成された仮想分布を示す図である。

【図20】デバッグエージング時間取得システムの処理手順を示すフローチャート図である。

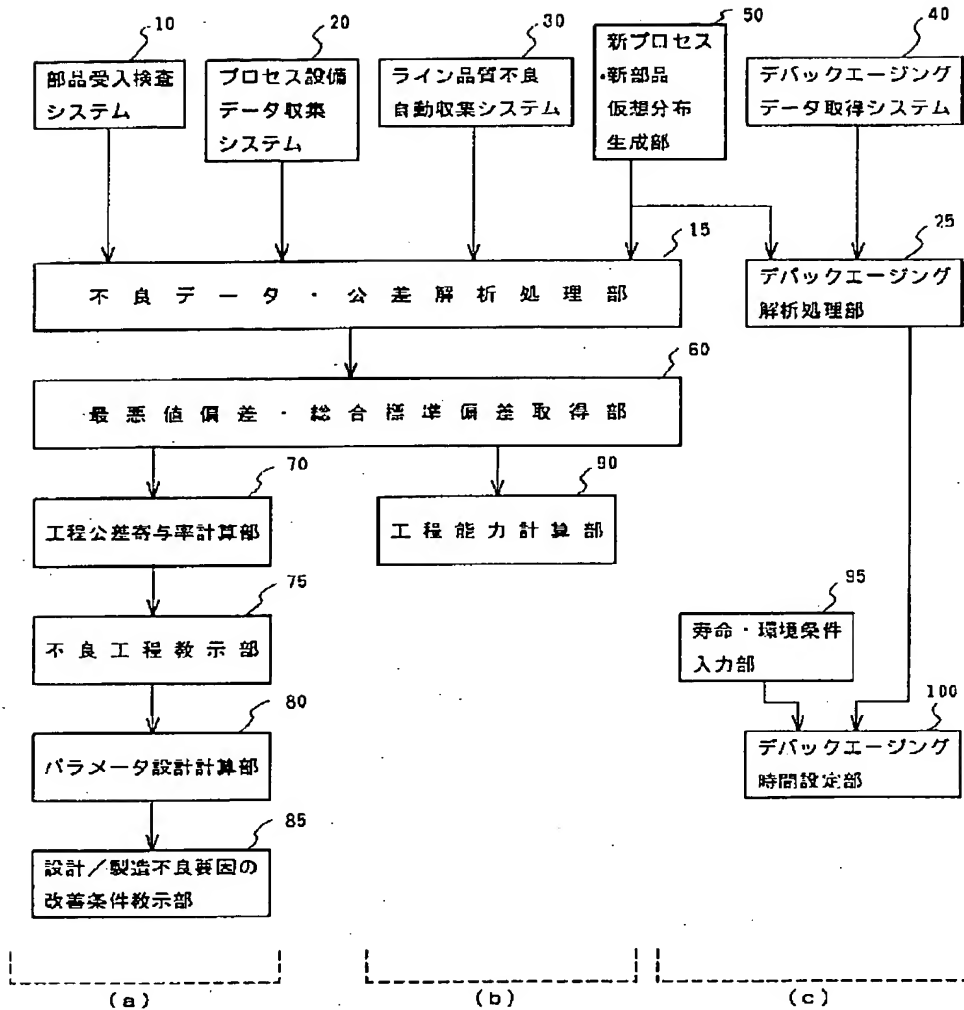
【図21】従来の製品開発の手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

50…新部品・新プロセス仮想分布生成部、60…最悪偏差、総合標準偏差取得部、70…工程公差寄与率計算部、75…不良工程の教示部、80…パラメータ設計計算部、85…設計/製造不良要因の改善条件教示部、90…工程能力計算部、95…寿命、環境条件入力部、98…デバッグエージング時間設定部、100…製品品質向上支援システム。

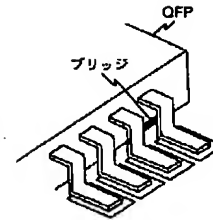
【図1】

図 1



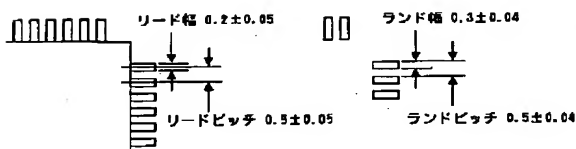
【図4】

図 4



【図5】

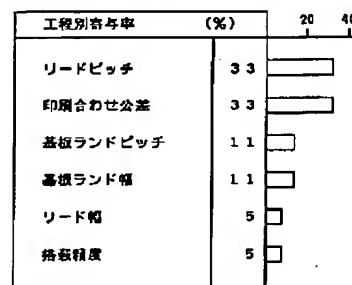
図 5



【図7】

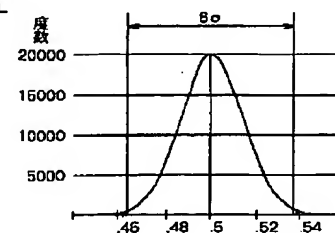
図 7

はんだブリッジの工程別公差寄与率



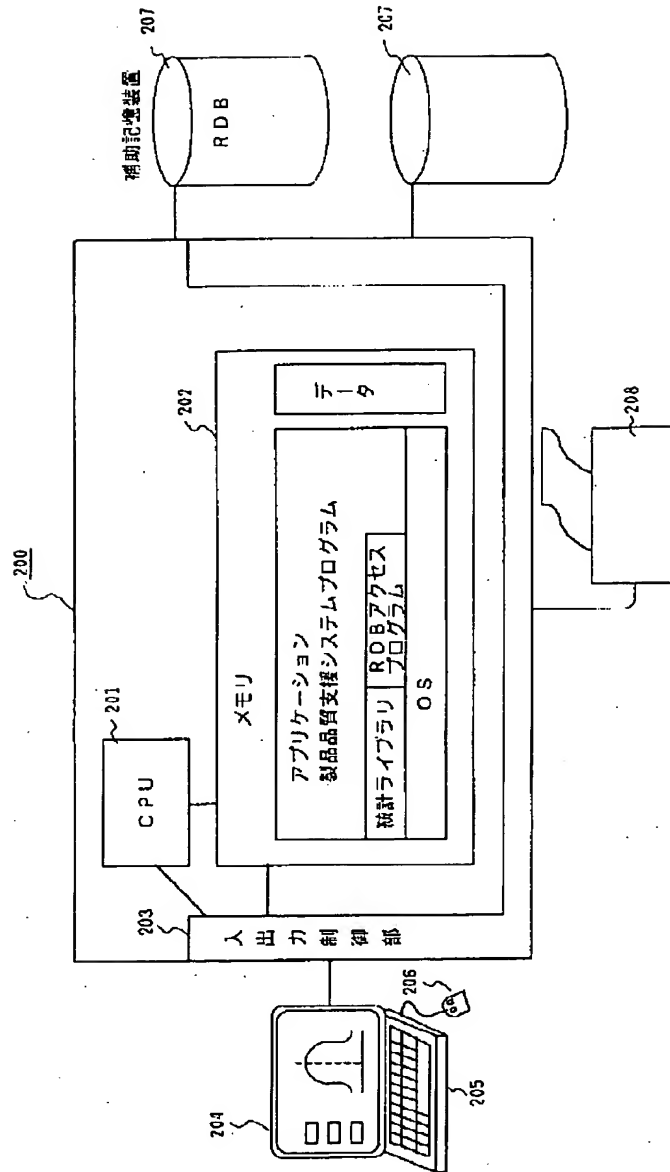
【図19】

図 19

モンテカルロ法による正規乱数
n: 試行回数 [500000]

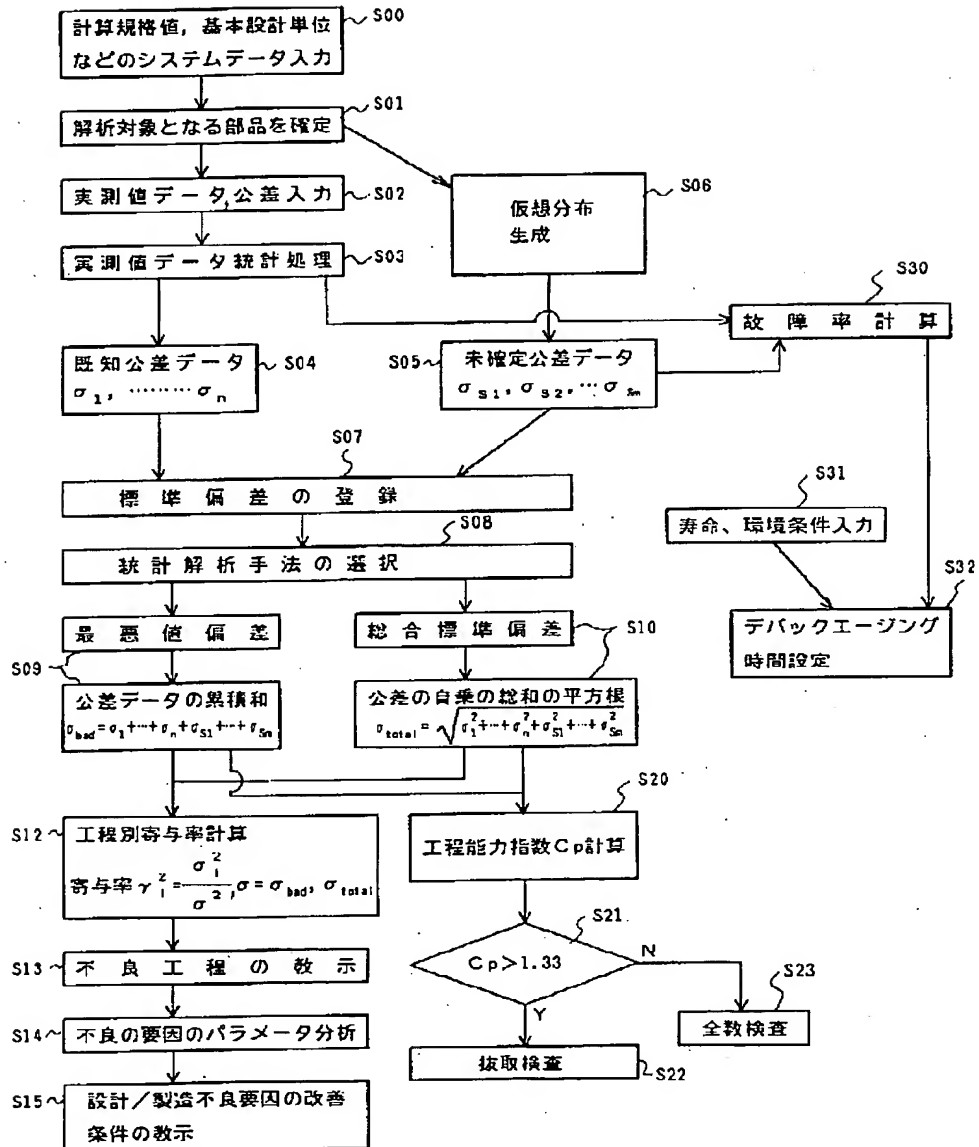
【図2】

図 2



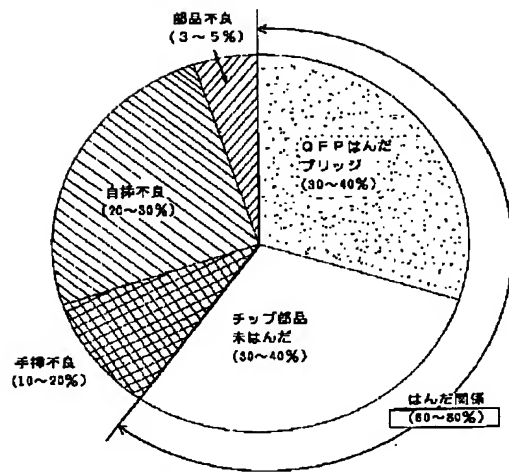
【図3】

図 3



【図6】

図 6



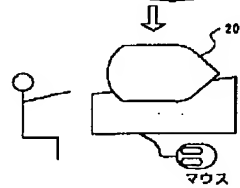
表面実装回路基板の不良内訳

【図8】

図 8

部品購入仕様書 0.5mmピッチOFP 70ピン			
	実測値	設計上限値	設計下限値
リード幅	0.182 0.184 :	0.220	0.180
リードピッチ	0.501 0.480 :	0.530	0.470
故障率	16 FIT		

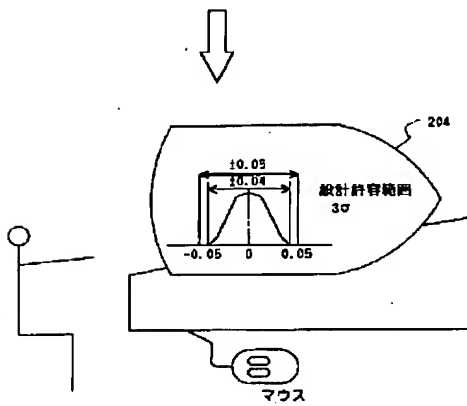
高板購入仕様書 5層, 3/7チャンネル			
	実測値	設計上限値	設計下限値
ランド幅	0.285 0.290 :	0.310	0.270
ランドピッチ	0.490 0.502 :	0.520	0.470



【図9】

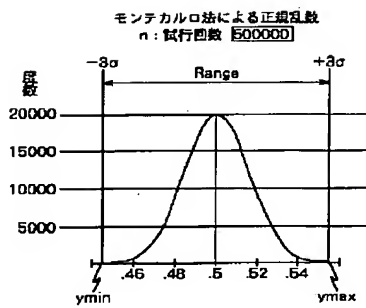
図 9

プロセス設備検査成績書 プロセス装置の位置決め精度	
装置名: 印刷機	
NO	実測値
1	-0.04
2	-0.03
3	



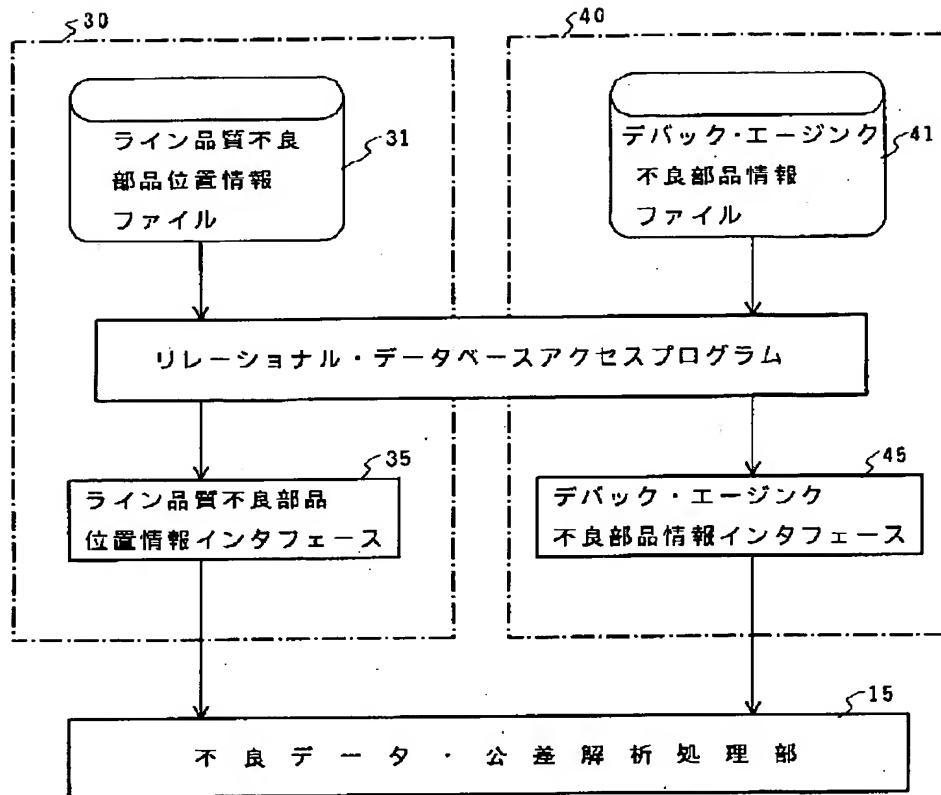
【図11】

図 11

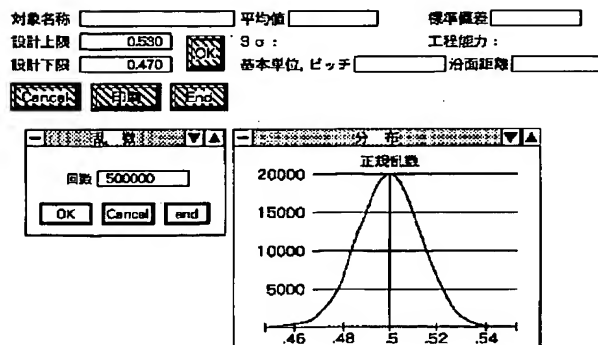


【図10】

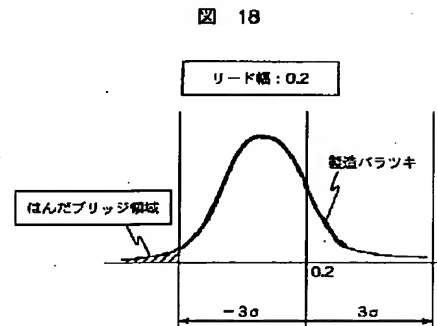
図 10



【図12】



【図18】



【図13】

$L_{18}(2^1 \times 3^7)$

列番 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	← 制御因子
1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	2	2	2	2	2	2	
3	1	1	3	3	3	3	3	3	
4	1	2	1	1	2	2	3	3	
5	1	2	2	2	3	3	1	1	
6	1	2	3	3	1	1	2	2	
7	1	3	1	2	1	3	2	3	
8	1	3	2	3	2	1	3	1	
9	1	3	3	1	3	2	1	2	
10	2	1	1	3	3	2	2	1	
11	2	1	2	1	1	3	3	2	
12	2	1	3	2	2	1	1	3	
13	2	2	1	2	3	1	3	2	
14	2	2	2	3	1	2	1	3	
15	2	2	3	1	2	3	2	1	
16	2	3	1	3	2	3	1	2	
17	2	3	2	1	3	1	2	3	
18	2	3	3	2	1	2	3	1	
(実験回数)	1群	2群	3			群	(水準: 3)		

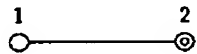
(1)  交互作用 1 × 2

図 13

【図15】

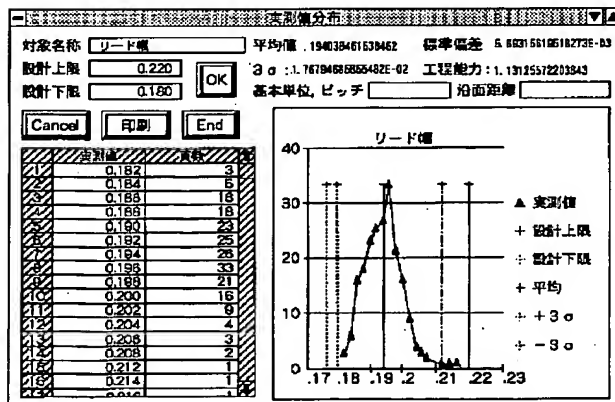
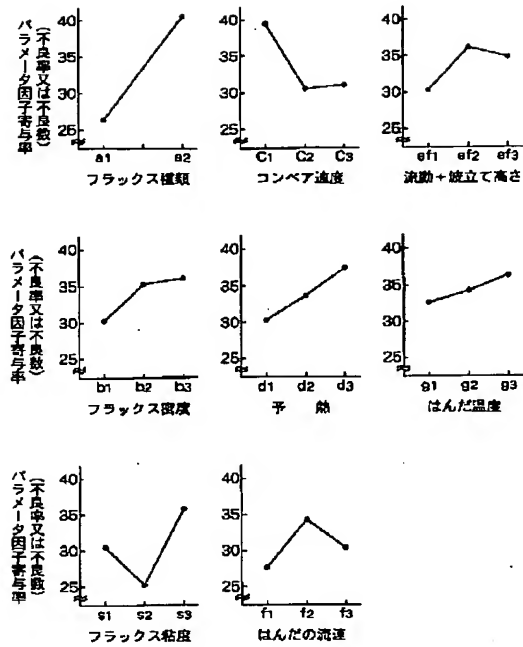


図 15

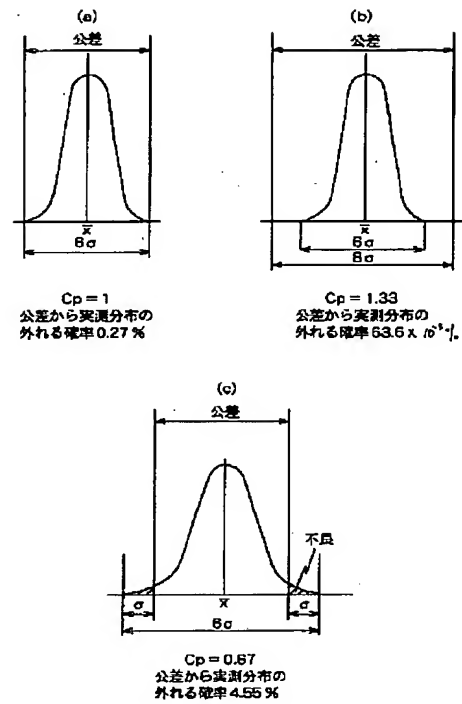
【図14】

図 14



【図16】

図 16



【図17】

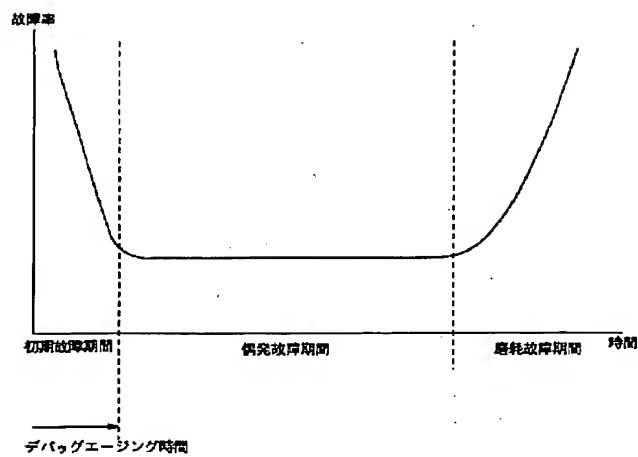
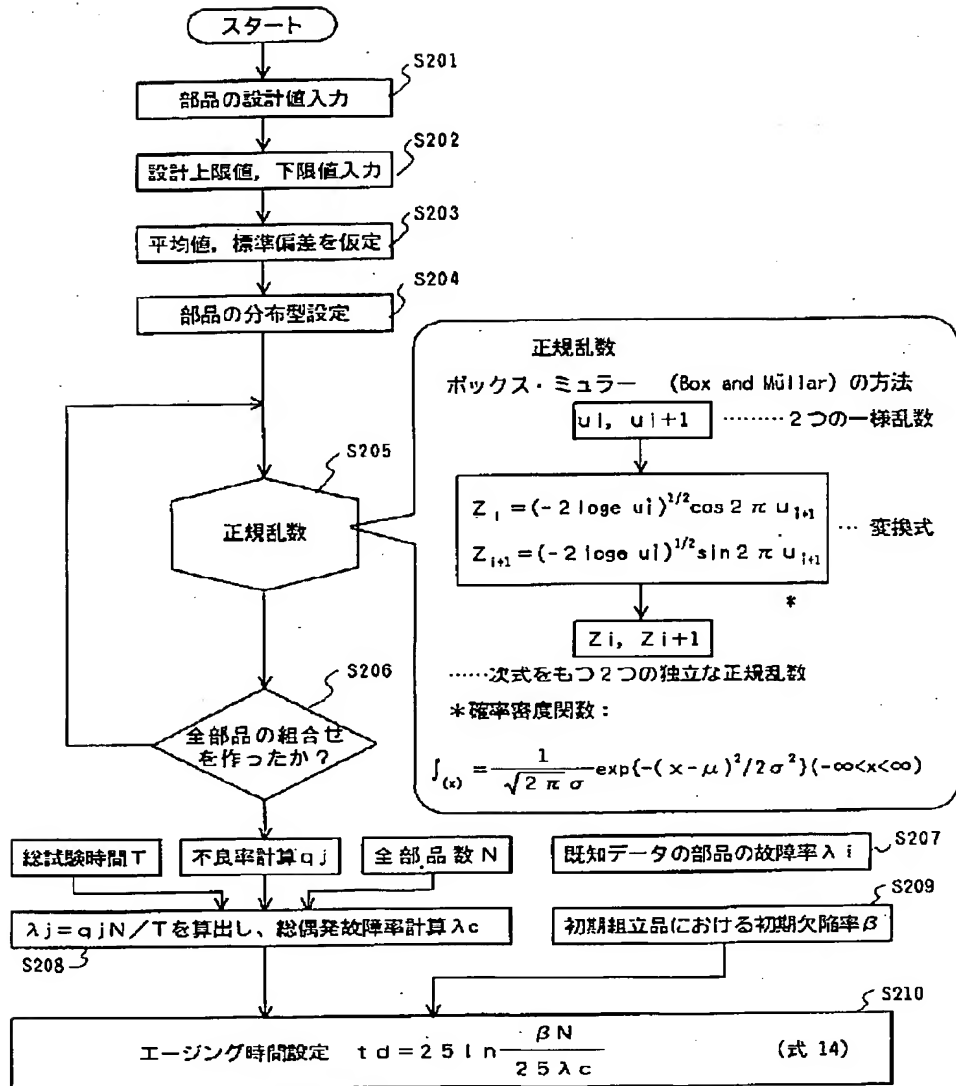


図 17

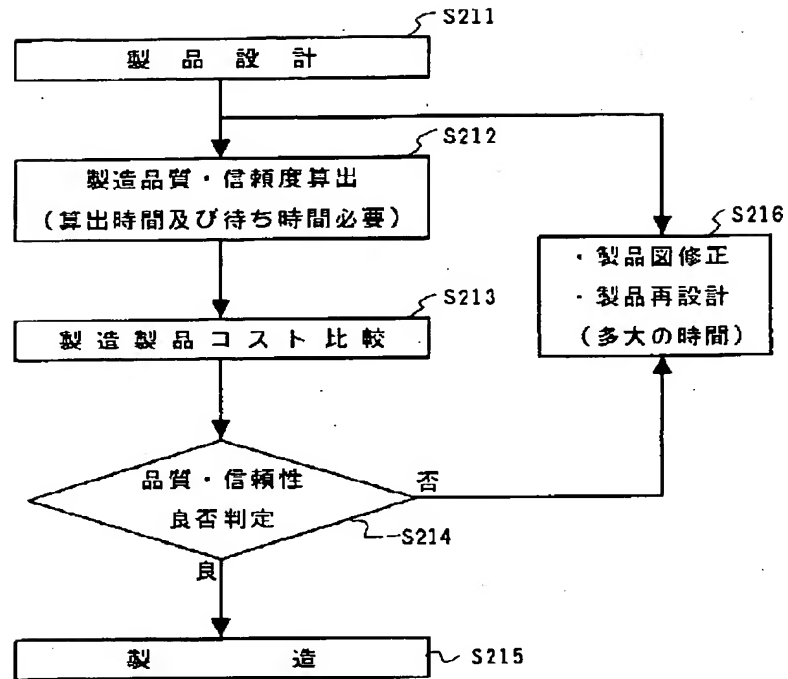
【図20】

図 20



【図21】

図 21



フロントページの続き

(72)発明者 松田 昭宏
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内